

Docket No. 1232-5114

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Yoshinori ITOH

Group Art Unit: 2873

Serial No.: 10/643,550

Examiner: TBA

Filed: August 19, 2003

For: ZOOM LENS SYSTEM, AND IMAGE PICK-UP APPARATUS INCORPORATING  
SUCH ZOOM LENS SYSTEM

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

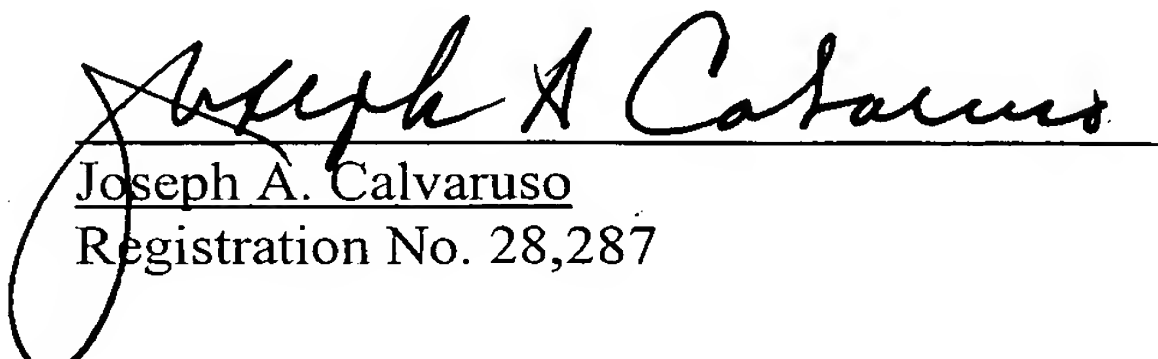
Application(s) filed in: JAPAN  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No.: 2002/238,099  
Filing Date: August 19, 2002

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: January 12, 2004

By:

  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No. 1232-5114

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Yoshinori ITOH

Group Art Unit: 2873

Serial No.: 10/643,550

Examiner: TBA

Filed: August 19, 2003

For: ZOOM LENS SYSTEM, AND IMAGE PICK-UP APPARATUS INCORPORATING  
SUCH ZOOM LENS SYSTEM

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/ document
2. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: January 12, 2004

By: \_\_\_\_\_

*Helen Tiger*  
Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 8月19日

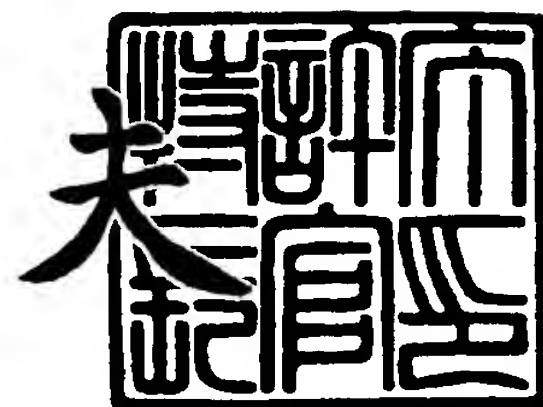
出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-238099  
[ST. 10/C]: [JP2002-238099]

出 願 人  
Applicant(s): キヤノン株式会社

2003年 9月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 4722047

【提出日】 平成14年 8月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

【請求項の数】 17

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 伊藤 良紀

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100086818

【弁理士】

【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009623

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するように各レンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、物体側より順に、非球面を含む正レンズ、正レンズと非球面を含む負レンズとを接合した接合レンズより成ることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズより成り、前記第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D_{2a1}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.7 < D_{2a1} / f_w < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、物体側より順に、非球面を含む正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成り、該接合レンズは非球面を含んでおり、該第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D_{2a1}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.7 < D_{2a1} / f_w < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 4】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズームを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズームに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、3 つのレンズと 2 つの非球面を有し、該第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D2a1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.7 < D2a1 / f_w < 0.95$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 5】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズームを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズームに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、3 つのレンズと互いに異なるレンズの凸面と凹面に各々非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズより成ることを特徴とする請求項 3、4、又は 5 のズームレンズ。

【請求項 7】 ズーミングに際し、前記第 2 レンズ群と一体的に移動する絞りを有していることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 1 レンズ群は、広角端からの中間のズーム位置へのズームに際し像側へ移動し、中間のズーム位置から望遠端へのズームに際し、物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 9】 ズーミングに際し、前記第 3 レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 10】  $\nu_{p-1}$  を前記第 2 レンズ群を構成する物体側の正レンズの材料のアッベ数、 $\nu_{p-2}$  を該第 2 レンズ群を構成する像側の正レンズの材料のアッベ数、 $\nu_n$  を該第 2 レンズ群を構成する負レンズの材料のアッベ数とするとき、

$$1.7 < (\nu_{p-1} + \nu_{p-2}) / 2 - \nu_n < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 のズームレンズ。

【請求項 11】 前記第 3 レンズ群の像側に正の屈折力の第 4 レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミングに際し、該第 3 レンズ群は物体側へ移動し、該第 4 レンズ群はズーミングの為に移動しないことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 12】 前記第 2 レンズ群中の物体側の非球面を施した面は、該面と対向する面よりも、屈折力の絶対値が大きいことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 13】 前記第 1 レンズ群は、最も物体側に負レンズを有していることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 14】 前記凸面に設けた非球面は最も物体側に位置し、前記凹面に設けた非球面は最も像側に位置していることを特徴とする請求項 5 のズームレンズ。

【請求項 15】 ズーミングに際し、前記第 2 レンズ群と一体的に移動する絞りを有し、該第 2 レンズ群の最も像側の面は、非球面を含む凹面であり、該非球面の近軸曲率半径を  $R_{na1}$ 、前記絞りと該凹面との軸上距離を  $D_{2sp1}$  とするとき、

$$0.5 < R_{na1} / D_{2sp1} < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 16】 固体撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 17】 請求項 1 から 16 のいずれか 1 項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有していることを特

徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明はデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、フィルム用カメラ等に好適なズームレンズに関し、特に撮影画角の広角化を図ると共に、レンズ全長の短縮化を図った携帯性に優れたズームレンズに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルカメラ、電子スチルカメラ等のカメラ（光学機器）の高機能化に伴い、それに用いる光学系には高い光学性能と小型化の両立が求められている。

【 0 0 0 3 】

一般にビデオカメラ等のCCDを用いた撮影装置（光学機器）に、使用されるズームレンズとして、最も物体側のレンズ群がズーミング中固定された、正、負、正の屈折力のレンズ群で始まる3～5群のレンズタイプが多く用いられている。

【 0 0 0 4 】

例えば特開昭63-81313号公報では、正、負、正、正の屈折力の4つのレンズ群を有し、3倍程度の変倍比のズームレンズが提案されている。又、高変倍化のズームレンズとして、例えば特開平3-296706号公報では、正、負、正、正の屈折力の4つのレンズ群を有し10倍程度の変倍比を持つズームレンズが提案されている。

【 0 0 0 5 】

一方、CCDを用いて静止画を撮影する、電子スチルカメラ用のズームレンズとしては、レンズ全長が極めて短く、又、静止画の特性上、広画角であり、更には動画のビデオカメラに用いるズームレンズよりも高い光学性能を有する光学系が要望されている。

【 0 0 0 6 】



変倍比 2.5 ～ 3 倍程度の比較的低倍率の変倍比であっても、広角域を含み、明るく、高性能が得られるレンズとして、特公平 6 - 6 6 0 0 8 号公報等では負、正の屈折力の 2 つのレンズ群を有し、各レンズ群の空気間隔の変化によって変倍するズームレンズが提案されている。

#### 【 0 0 0 7 】

特開平 7 - 5 2 2 5 6 号公報では、負、正、正の屈折力の 3 つのレンズ群を有し、広角端より望遠端へのズーミング中、第 2 群と第 3 群の間隔が広がるズームレンズが提案されている。

#### 【 0 0 0 8 】

米国特許第 5 4 3 4 7 1 0 号では、負、正、正の屈折力の 3 つのレンズ群を有し、広角端より望遠端へのズーミング中、第 2 群と第 3 群の間隔が減少するズームレンズが開示されている。

#### 【 0 0 0 9 】

特開昭 6 0 - 3 1 1 1 0 号公報では、負、正、正、正の屈折力の 4 つのレンズ群を有し、広角端より望遠端へのズーミング中、第 2 群と第 3 群の間隔が減少し、第 4 群がズーム中固定されたズームレンズが提案されている。

#### 【 0 0 1 0 】

特開平 1 0 - 1 0 4 5 2 0 号公報では、負、正、正、正の屈折力のレンズ群の 4 群構成のズームレンズが開示されている。

#### 【 0 0 1 1 】

特開平 1 1 - 8 4 2 4 2 号公報では負、正、正、正の屈折力のレンズ群の 4 群タイプのズームレンズにおいてコンパクトで、かつ 3 倍程度の変倍比を有し、ズーミングにおける射出瞳の変動が比較的少ないズームレンズが提案されている。

#### 【 0 0 1 2 】

物体側より順に、負、正、正の屈折力のレンズ群を有するズームレンズで第 2 レンズ群中に 2 面の非球面を有するズームレンズが、例えば、米国特許第 5 8 7 2 6 6 号、米国特許第 6 0 3 8 0 8 4 号、特開平 5 - 3 2 9 1 9 0 号公報、特開平 9 - 0 2 1 9 5 0 号公報、特開平 1 0 - 3 0 3 7 号公報、特開平 1 0 - 2 0 6 7 3 2 号公報、特開 2 0 0 0 - 0 1 9 3 9 2 号公報、特開 2 0 0 0 - 0 8 9 1 1

0 号公報、特開 2 0 0 0 - 2 7 5 5 2 0 号公報、特開 2 0 0 1 - 2 7 2 6 0 2 号公報等で提案されている。

### 【 0 0 1 3 】

#### 【発明が解決しようとする課題】

近年の固体撮像素子は多画素化が進んでおり、これに伴い撮影レンズには従来のものに比べてより高い光学性能を有したものが求められている。

### 【 0 0 1 4 】

一般にネガティブリード型のズームレンズにおいて、レンズ系全体のレンズ枚数を少なくし、レンズ構成の簡素化を図りつつ、広画角化を図りつつ全変倍にわたり良好なる光学性能を得るには各レンズ群の屈折力配置、各レンズ群のレンズ構成そして非球面を用いるときは、非球面を設ける面等を適切に設定する必要がある。

### 【 0 0 1 5 】

各レンズ群の屈折力配置やレンズ構成や非球面を設ける面の選択が不適切であると非球面を設けた効果が少なく、変倍に伴う収差変動が大きくなり、全変倍範囲にわたり高い光学性能を得るのが難しくなってくる。

### 【 0 0 1 6 】

本発明は、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有したズームレンズの提供を目的とする。

### 【 0 0 1 7 】

#### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明のズームレンズは、

物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するように各レンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、物体側より順に、非球面を含む正レンズ、正レンズと非球面を含む負レンズとを接合した接合レンズより成ることを特徴としている。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、

前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズより成り、前記第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D2a1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.7 < D2a1 / f_w < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴としている。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 3 の発明のズームレンズは、

物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、物体側より順に、非球面を含む正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成り、該接合レンズは非球面を含んでおり、該第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D2a1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.7 < D2a1 / f_w < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴としている。

## 【 0 0 2 0 】

請求項 4 の発明のズームレンズは、

物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、3 つのレンズと 2 つの非球面を有し、該第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D2a1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とす

るとき、

$$0.7 < D2a1 / fw < 0.95$$

なる条件を満足することを特徴としている。

#### 【0 0 2 1】

請求項 5 の発明のズームレンズは、

物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングに際して、該第 2 レンズ群は、物体側へ移動しており、

該第 2 レンズ群は、3 つのレンズと互いに異なるレンズの凸面と凹面に各々非球面を有することを特徴としている。

#### 【0 0 2 2】

請求項 6 の発明は請求項 3、4 又は 5 の発明において、

前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズより成ることを特徴としている。

#### 【0 0 2 3】

請求項 7 の発明は請求項 1 から 6 のいずれか 1 項の発明において、

ズーミングに際し、前記第 2 レンズ群と一体的に移動する絞りを有していることを特徴としている。

#### 【0 0 2 4】

請求項 8 の発明は請求項 1 から 7 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 1 レンズ群は、広角端からの中間のズーム位置へのズーミングに際し像側へ移動し、中間のズーム位置から望遠端へのズーミングに際し、物体側へ移動することを特徴としている。

#### 【0 0 2 5】

請求項 9 の発明は請求項 1 から 8 のいずれか 1 項の発明において、

ズーミングに際し、前記第 3 レンズ群が移動することを特徴としている。

#### 【0 0 2 6】

請求項 1 0 の発明は請求項 1、2 又は 3 の発明において、

$\nu_{p-1}$  を前記第 2 レンズ群を構成する物体側の正レンズの材料のアッベ数、  
 $\nu_{p-2}$  を該第 2 レンズ群を構成する像側の正レンズの材料のアッベ数、 $\nu_n$  を  
該第 2 レンズ群を構成する負レンズの材料のアッベ数とすると、

$$1.7 < (\nu_{p-1} + \nu_{p-2}) / 2 - \nu_n < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

#### 【0 0 2 7】

請求項 1 1 の発明は請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 3 レンズ群の像側に正の屈折力の第 4 レンズ群を有し、広角端から望遠  
端へのズーミングに際し、該第 3 レンズ群は物体側へ移動し、該第 4 レンズ群は  
ズーミングの為に移動しないことを特徴としている。

#### 【0 0 2 8】

請求項 1 2 の発明は請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 2 レンズ群中の物体側の非球面を施した面は、該面と対向する面よりも  
、屈折力の絶対値が大きいことを特徴としている。

#### 【0 0 2 9】

請求項 1 3 の発明は請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に負レンズを有していることを特徴としてい  
る。

#### 【0 0 3 0】

請求項 1 4 の発明は請求項 5 の発明において、

前記凸面に設けた非球面は最も物体側に位置し、前記凹面に設けた非球面は最  
も像側に位置していることを特徴としている。

#### 【0 0 3 1】

請求項 1 5 の発明は請求項 1 から 1 4 のいずれか 1 項の発明において、

ズーミングに際し、前記第 2 レンズ群と一体的に移動する絞りを有し、該第 2  
レンズ群の最も像側の面は、非球面を含む凹面であり、該非球面の近軸曲率半径  
を  $R_{na1}$ 、前記絞りと該凹面との軸上距離を  $D_{2spa1}$  とするとき、

$$0.5 < R_{na1} / D_{2spa1} < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0 0 3 2】

請求項 1 6 の発明は請求項 1 から 1 5 の発明において固体撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴としている。

【0 0 3 3】

請求項 1 7 の発明の光学機器は、請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有していることを特徴としている。

【0 0 3 4】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の実施形態 1 のズームレンズのレンズ断面図、図 2 ～図 4 は本発明の実施形態 1 に対応する数値実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0 0 3 5】

図 5 は本発明の実施形態 2 のズームレンズのレンズ断面図、図 6 ～図 8 は本発明の実施形態 2 に対応する数値実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0 0 3 6】

図 9 は本発明の実施形態 3 のズームレンズのレンズ断面図、図 1 0 ～図 1 2 は本発明の実施形態 3 に対応する数値実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0 0 3 7】

図 1、図 5、図 9 のレンズ断面図において（A）は広角端のズーム位置、（B）は中間のズーム位置、（C）は望遠端のズーム位置を示している。

【0 0 3 8】

又、レンズ断面図において L 1 は負の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は正の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は正の屈折力の第 4 レンズ群である。矢印は広角側から望遠側への変倍（ズーミング）を行う際の各レンズ群の移動方向を示す。なお本実施形態において、「第 i レンズ群」の呼称

は、それが複数枚のレンズで構成される場合だけでなく、1枚のレンズのみで構成される場合にも用いるものとする。

【0 0 3 9】

S P は絞り、I P は像面であり、撮像素子 (C C D) や銀塩フィルム等が位置している。G はフェースプレート、色フィルター等のガラスブロックである。

【0 0 4 0】

図 2 ～図 4、図 6 ～図 8、図 1 0 ～図 1 2 の収差図の球面収差において実線は d 線、二点差線は g 線、鎖線は正弦条件であり、収差図の非点収差において実線はサジタル光線、点線はメリディオナル光線を表し、収差図の倍率色収差において二点差線は g 線を表す。 $\omega$  は半画角を示す。

【0 0 4 1】

各実施形態では、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔が小さく、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間隔が大きく又は小さくなるように変化するように第 1、第 2、第 3 レンズ群 L 1, L 2, L 3 を移動させてズーミングを行っている。具体的に第 1 レンズ群 L 1 は、広角端から略中間のズーム位置までは像側へ移動し、略中間のズーム位置から望遠端にかけて物体側へ移動している。

【0 0 4 2】

ここで中間のズーム位置とは、その焦点距離  $f_M$  が広角端と望遠端の焦点距離を各々  $f_W$ 、 $f_T$  とするとき、

【0 0 4 3】

【数 1】

$$f_M = \sqrt{f_W / f_T}$$

【0 0 4 4】

のとき及びその近傍をいう。

【0 0 4 5】

即ち第 1 レンズ群 L 1 を像側に凸状の軌跡の一部に沿って移動させている。第 2、第 3 レンズ群 L 2, L 3 は物体側へ単調に移動させている。第 4 レンズ群 L 4 はズーミングの為には固定である。絞り S P はズーミングに際して第 2 レンズ



群 L 2 と一体に移動している。

#### 【 0 0 4 6 】

各実施形態のズームレンズでは、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 を移動させることにより主な変倍を行い、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を往復移動させることによって変倍に伴う像点の移動を補正している。正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 は、撮像素子の小型化に伴う撮影レンズの屈折力の増大を分担し、第 1、第 2 群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らすことで、特に第 1 レンズ群 L 1 を構成する各レンズでの収差の発生を抑え、良好な光学性能を達成している。また、固体撮像素子等を用いた撮影装置に必要な像側のテレセントリックな結像を正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 にフィールドレンズの役割を持たせることで達成している。

#### 【 0 0 4 7 】

尚、広角端と望遠端とは変倍用レンズ群が機構上光軸上移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

#### 【 0 0 4 8 】

次に各実施形態の特徴について説明する。

#### 【 0 0 4 9 】

◎第 1 レンズ群 L 1 を物体側より順に、非球面を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ 1 1 と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ 1 2 の 2 枚のレンズより構成している。

#### 【 0 0 5 0 】

◎第 2 レンズ群 L 2 を物体側より順に、物体側の凸面に非球面を有し、両レンズ面が凸面の正レンズ 2 1、両レンズ面が凸面の正レンズ 2 2 と像側の凹面に非球面を有し、両レンズ面が凹面の負レンズ 2 3 とを接合した接合レンズより構成している。

#### 【 0 0 5 1 】

第 2 レンズ群 L 2 の正レンズ 2 1 の非球面を有する物体側のレンズ面は、対向する像側のレンズ面よりも屈折力の絶対値が大きい。

#### 【 0 0 5 2 】



第 2 レンズ群 L 2 中に 2 つの非球面を設けることにより、非球面同士の偏心の調整を容易にし、又、非球面による収差補正を容易にしている。

【 0 0 5 3 】

◎第 3 レンズ群 L 3 を物体側に凸面を向けた正レンズ 3 1 より構成している。

【 0 0 5 4 】

◎第 4 レンズ群 L 4 を両レンズ面が凸面の正レンズ 4 1 より構成している。

【 0 0 5 5 】

◎第 2 レンズ群を物体側より順に、非球面を含む正レンズ、正レンズと非球面を含む負レンズとを接合した接合レンズより構成し、変倍に伴う収差変動を良好に補正している。このとき第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D 2 a 1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f w$  とするとき、

$$0.7 < D 2 a 1 / f w < 1.1 \quad \cdots (1)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 5 6 】

◎第 2 レンズ群は、物体側より順に、非球面を含む正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより成り、該接合レンズは非球面を含むようにし、これにより少ないレンズ枚数で変倍に伴う収差変動を良好に補正している。このとき第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D 2 a 1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f w$  とするとき、

$$0.7 < D 2 a 1 / f w < 1.1 \quad \cdots (1)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 5 7 】

◎第 2 レンズ群は、3 つのレンズと 2 つの非球面を有し、これにより変倍に伴う収差変動を良好に行っている。そして第 2 レンズ群中の 2 つの非球面の軸上距離を  $D 2 a 1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f w$  とするとき、

$$0.7 < D 2 a 1 / f w < 0.95 \quad \cdots (1 a)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 5 8 】

条件式 (1) 又は条件式 (1 a) は、第 2 レンズ群 L 2 中の 2 枚の非球面の軸

上距離に関するもので、条件式（１）又は（１ a）の上限値を超えると全系が大型化してくるので良くない。

#### 【 0 0 5 9 】

条件式（１）又は（１ a）の下限を超えて軸上距離が短く成りすぎると、望遠域における球面収差と周辺ハロコマを同時に良好に補正する事が困難となる。

#### 【 0 0 6 0 】

更に好ましくは条件式（１）又は（１ a）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

#### 【 0 0 6 1 】

$$0.8 < D2a1 / f_w < 0.93 \quad \dots (1b)$$

◎第２レンズ群は３つのレンズと互いに異なるレンズの凸面と凹面に各々非球面を有し、非球面による収差補正を効果的に行っている。

#### 【 0 0 6 2 】

◎ $\nu_{p-1}$ を第２レンズ群L 2を構成する物体側の正レンズ2 1の材料のアッベ数、 $\nu_{p-2}$ を第２レンズ群L 2を構成する像側の正レンズ2 2の材料のアッベ数、 $\nu_n$ を第２レンズ群L 2を構成する負レンズ2 3の材料のアッベ数とするとき、

$$17 < (\nu_{p-1} + \nu_{p-2}) / 2 - \nu_n < 25 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

#### 【 0 0 6 3 】

条件式（２）は第２レンズ群L 2中を構成する各レンズの材料のアッベ数に関するもので、条件式（２）の上限又は下限を超えるとズーミングに伴う色収差の変動を補正する事が困難となる。

#### 【 0 0 6 4 】

更に好ましくは条件式（２）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

#### 【 0 0 6 5 】

$$19 < (\nu_{p-1} + \nu_{p-2}) / 2 - \nu_n < 23 \quad \dots (2a)$$

◎ズーミングに際し、第２レンズ群L 2と一体的に移動する絞りSPを有し、第２レンズ群L 2の最も像側の面は、非球面を含む凹面であり、該非球面の近軸

曲率半径を  $R_{na1}$ 、絞り SP と該凹面との軸上距離を  $D_{2spa1}$  とするとき

$$0.5 < R_{na1} / D_{2spa1} < 1.1 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足している。

#### 【0066】

条件式 (3) は第 2 レンズ群 L2 中の非球面を有する凹面の近軸曲率半径 R と、絞り SP と第 2 レンズ群 L2 中の非球面を有する凹面の軸上距離、の比に関するものある。条件式 (3) の上限値を超えて、絞り SP と第 2 レンズ群 L2 中の非球面を有する凹面の軸上距離が小さくなり過ぎると、ズーム全域における画面周辺部のコマフレアーが十分に補正するのが難しくなる。

#### 【0067】

条件式 (3) の下限値を超えて、絞り SP と第 2 レンズ群 L2 中の非球面を有する凹面の軸上距離が大きくなり過ぎると、レンズ系全体が大型化してくるので良くない。

#### 【0068】

更に好ましくは条件式 (3) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

#### 【0069】

$$0.7 < R_{na1} / D_{2spa1} < 1.0 \quad \dots (3a)$$

以上のように各実施形態では、従来の負、正、正、正、の屈折力の 4 つのレンズ群を有するズームレンズを改良し、各レンズ群のレンズ構成、移動方法を最適に配置することにより、レンズ枚数の削減を計り、レンズ全長の短縮化を達成したにもかかわらず、3 倍程度の変倍比を有しつつ、明るく、高い光学性能を有し、広角域を含みつつ、簡易な鏡筒構造で実現可能なデジタルスチルカメラ等に適したズームレンズを達成している。

#### 【0070】

また、各レンズ群のレンズ構成及びズーミングにおける各レンズ群の移動方法を最適に設定すると共に非球面を適切に用いることにより、全系のレンズ枚数の削減を計り、レンズ全長の短縮化を達成しつつ、所望の変倍比を有し、明るく、高い光学性能を有し、広角域を含んだ、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等

に適したズームレンズを達成している。

### 【0071】

次に各実施形態1～3に各々対応する数値実施例1～3の数値データを示す。各数値実施例において*i*は物体側からの光学面の順序を示し、*R<sub>i</sub>*は第*i*番目の光学面（第*i*面）の曲率半径、*D<sub>i</sub>*は第*i*面と第*i*面+1面との間の間隔、*N<sub>i</sub>*と*ν<sub>i</sub>*はそれぞれ*d*線に対する第*i*番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。また、もっとも像側の2つの平面はフェースプレート、フィルター等に相当するガラスブロックである。*f*は焦点距離、*F<sub>no</sub>*はFナンバー、*ω*は半画角である。また*k*を離新率、*A*、*B*、*C*、*D*、*E*を2次、4次、6次、8次、10次の非球面係数とし、光軸からの高さ*h*の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして*x*とするととき、非球面形状は、

$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + Ah^2 + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10}$$

で表示される。但し*R*は曲率半径である。*[e-0X]*は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。又、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

### 【0072】

【外 1】

数値実施例 1

$f = 5.32 \sim 15.20$     $Fno = 2.88 \sim 5.06$     $2\omega = 64.3 \sim 24.9$

R 1 =	261.000	D 1 =	1.30	N 1 =	1.802380	$\nu$ 1 =	40.8
* R 2 =	4.511	D 2 =	1.45				
R 3 =	7.970	D 3 =	2.00	N 2 =	1.846660	$\nu$ 2 =	23.9
R 4 =	30.000	D 4 =	可変				
R 5 =	絞り	D 5 =	0.70				
* R 6 =	6.020	D 6 =	1.70	N 3 =	1.740130	$\nu$ 3 =	49.2
R 7 =	-56.295	D 7 =	0.55				
R 8 =	12.788	D 8 =	1.90	N 4 =	1.806098	$\nu$ 4 =	40.9
R 9 =	-10.655	D 9 =	0.70	N 5 =	1.832430	$\nu$ 5 =	24.6
* R10 =	4.732	D10 =	可変				
R11 =	22.423	D11 =	1.20	N 6 =	1.696797	$\nu$ 6 =	55.5
R12 =	8266.268	D12 =	可変				
R13 =	24.797	D13 =	1.20	N 7 =	1.728250	$\nu$ 7 =	28.5
R14 =	-34.226	D14 =	可変				
R15 =	$\infty$	D15 =	2.30	N 8 =	1.516330	$\nu$ 8 =	64.1
R16 =	$\infty$						

<div>焦点距離 可変可域</div>	5.32	9.83	15.20
D 4	14.28	5.53	1.62
D10	2.91	3.74	2.68
D12	2.00	6.11	12.12
D14	0.62	0.62	0.62

非球面係数

2面 :  $k = -8.67613e-01$     $A = 0$     $B = 2.50250e-04$     $C = 1.03877e-06$     $D = 7.73766e-08$     $E = -5.19641e-09$

6面 :  $k = 0.00000e+00$     $A = 0$     $B = -3.09633e-04$     $C = -9.90952e-06$     $D = -1.59960e-07$     $E = -8.23968e-09$

10面 :  $k = 0.00000e+00$     $A = 0$     $B = 1.25335e-03$     $C = 9.57326e-05$     $D = 0.00000e+00$     $E = 0.00000e+00$

【 0 0 7 3 】

【外 2】

数値実施例 2

$f = 5.32 \sim 15.20$   $Fno = 2.88 \sim 5.07$   $2\omega = 64.3 \sim 24.9$

R 1 = 263.503	D 1 = 1.30	N 1 = 1.802380	$\nu$ 1 = 40.8
* R 2 = 4.549	D 2 = 1.48		
R 3 = 8.071	D 3 = 2.00	N 2 = 1.846660	$\nu$ 2 = 23.9
R 4 = 30.000	D 4 = 可変		
R 5 = 絞り	D 5 = 0.70		
* R 6 = 6.017	D 6 = 1.70	N 3 = 1.740130	$\nu$ 3 = 49.2
R 7 = -58.800	D 7 = 0.60		
R 8 = 12.727	D 8 = 1.90	N 4 = 1.804000	$\nu$ 4 = 46.6
R 9 = -12.172	D 9 = 0.70	N 5 = 1.832430	$\nu$ 5 = 25.4
* R10 = 4.715	D10 = 可変		
R11 = 16.537	D11 = 1.20		
R12 = 6125.345	D12 = 可変	N 6 = 1.516330	$\nu$ 6 = 64.1
R13 = 24.797	D13 = 1.20		
R14 = -38.094	D14 = 可変	N 7 = 1.761821	$\nu$ 7 = 26.5
R15 = $\infty$	D15 = 2.30		
R16 = $\infty$		N 8 = 1.516330	$\nu$ 8 = 64.1

焦点距離 可変距離	5.32	9.79	15.20
D 4	14.32	5.61	1.62
D10	2.92	3.85	2.67
D12	1.87	5.89	12.01
D14	0.62	0.62	0.62

非球面係数

2面 :  $k = -8.15600e-01$   $A = 0$   $B = 1.71620e-04$   $C = 6.78621e-07$   $D = 2.35866e-08$   $E = -3.13292e-09$

6面 :  $k = 0.00000e+00$   $A = 0$   $B = -3.07465e-04$   $C = -1.13170e-05$   $D = -7.97563e-09$   $E = -7.86397e-09$

10面 :  $k = 0.00000e+00$   $A = 0$   $B = 1.26242e-03$   $C = 1.00141e-04$   $D = 0.00000e+00$   $E = 0.00000e+00$

【 0 0 7 4 】

【外 3】

数値実施例 3

$f = 5.53 \sim 15.81$     $Fno = 2.88 \sim 5.10$     $2\omega = 62.4 \sim 23.9$

R 1 = 387.456	D 1 = 1.30	N 1 = 1.802380	$\nu$ 1 = 40.8
* R 2 = 4.546	D 2 = 1.34		
R 3 = 7.799	D 3 = 2.00	N 2 = 1.846660	$\nu$ 2 = 23.9
R 4 = 30.000	D 4 = 可変		
R 5 = 絞り	D 5 = 0.70		
* R 6 = 6.131	D 6 = 1.70	N 3 = 1.740130	$\nu$ 3 = 49.2
R 7 = -41.065	D 7 = 0.54		
R 8 = 13.978	D 8 = 2.04	N 4 = 1.804000	$\nu$ 4 = 46.6
R 9 = -7.162	D 9 = 0.70	N 5 = 1.832430	$\nu$ 5 = 27.1
* R10 = 4.823	D10 = 可変		
R11 = 25.496	D11 = 1.20	N 6 = 1.772499	$\nu$ 6 = 49.6
R12 = 9164.339	D12 = 可変		
R13 = 26.209	D13 = 1.20	N 7 = 1.805181	$\nu$ 7 = 25.4
R14 = -41.698	D14 = 可変		
R15 = $\infty$	D15 = 2.30	N 8 = 1.516330	$\nu$ 8 = 64.1
R16 = $\infty$			

<div>焦点距離 可変距離</div>	5.53	10.19	15.81
D 4	14.17	5.55	1.61
D10	2.93	3.88	2.67
D12	2.07	6.17	12.41
D14	0.62	0.62	0.62

非球面係数

2面 :  $k = -1.41583e+00$     $A = 0$     $B = 9.76072e-04$     $C = -9.03089e-08$     $D = -6.98950e-08$     $E = -6.63746e-10$

6面 :  $k = 0.00000e+00$     $A = 0$     $B = -3.38751e-04$     $C = -6.68862e-06$     $D = -9.09232e-07$     $E = 5.06617e-08$

10面 :  $k = 0.00000e+00$     $A = 0$     $B = 1.14242e-03$     $C = 8.25156e-05$     $D = 0.00000e+00$     $E = 0.00000e+00$

【 0 0 7 5 】

【表 1】

表 - 1

実施例数値	条件式		
	1	2	3
	$D2a1/fw$	$(Vp-1+Vp-2)/2-Vn$	$Rna1/D2spa1$
1	0.91	20.43	0.85
2	0.92	22.44	0.84
3	0.90	20.81	0.85

## 【0 0 7 6】

次に、数値実施例 1 ～ 3 のズームレンズを備えたデジタルスチルカメラ（光学機器）の実施形態について、図 1 3 を用いて説明する。

## 【0 0 7 7】

図 1 3 （a）はデジタルスチルカメラの正面図、図 1 3 （b）は側部断面図である。図中、5 0 はカメラ本体（筐体）、5 1 は数値実施例 1 ～ 3 のいずれかのズームレンズを用いた撮影光学系、5 2 はファインダー光学系、5 3 は CCD、CMOS 等の固体撮像素子（光電変換素子）である。固体撮像素子 5 3 は撮影光学系 5 1 に形成された被写体の像を受けて電気的な情報への変換を行う。電気的な情報に変換された被写体の画像情報は不図示の記憶部に記録される。

## 【0 0 7 8】

このように数値実施例 1 ～ 3 のズームレンズをデジタルスチルカメラの撮影光学系に適用することで、コンパクトな撮影装置が実現できる。

## 【0 0 7 9】

## 【発明の効果】

本発明によれば、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有したズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 のレンズ断面図

【図 2】 本発明の実施形態 1 に対応する数値実施例 1 の広角端における収差図

【図 3】 本発明の実施形態 1 に対応する数値実施例 1 の中間のズーム位置



おける収差図

【図 4】 本発明の実施形態 1 に対応する数値実施例 1 の望遠端における収差図

【図 5】 本発明の実施形態 2 のレンズ断面図

【図 6】 本発明の実施形態 2 に対応する数値実施例 2 の広角端における収差図

【図 7】 本発明の実施形態 2 に対応する数値実施例 2 の中間のズーム位置における収差図

【図 8】 本発明の実施形態 2 に対応する数値実施例 2 の望遠端における収差図

【図 9】 本発明の実施形態 3 のレンズ断面図

【図 1 0】 本発明の実施形態 3 に対応する数値実施例 3 の広角端における収差図

【図 1 1】 本発明の実施形態 3 に対応する数値実施例 3 の中間のズーム位置における収差図

【図 1 2】 本発明の実施形態 3 に対応する数値実施例 3 の望遠端における収差図

【図 1 3】 本発明の光学機器の要部概略図

【符号の説明】

L 1 第 1 レンズ群

L 2 第 2 レンズ群

S P 絞り

I P 像面

d d 線

g g 線

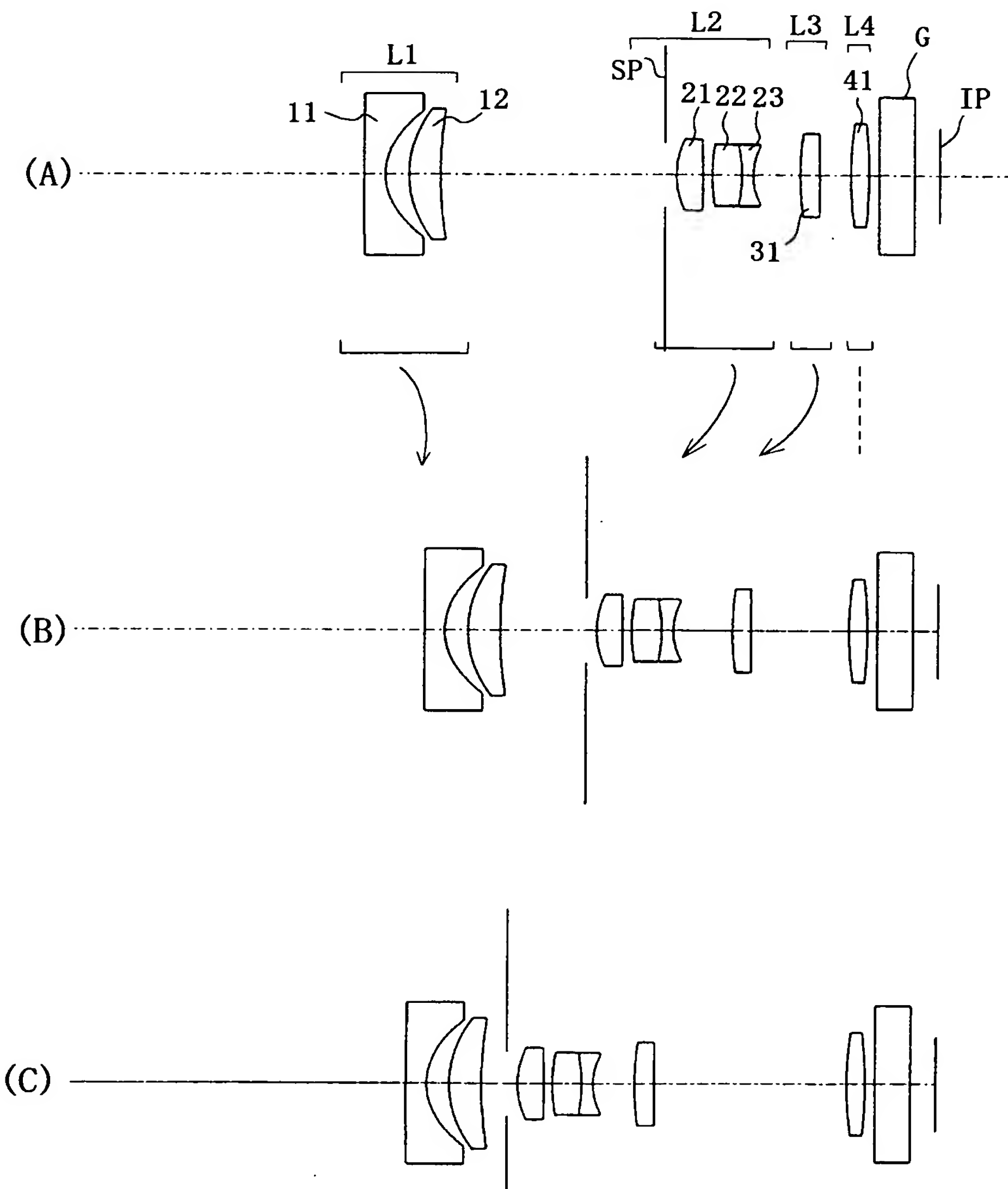
$\Delta$  S サジタル像面

$\Delta$  M メリディオナル像面

F n o F ナンバー

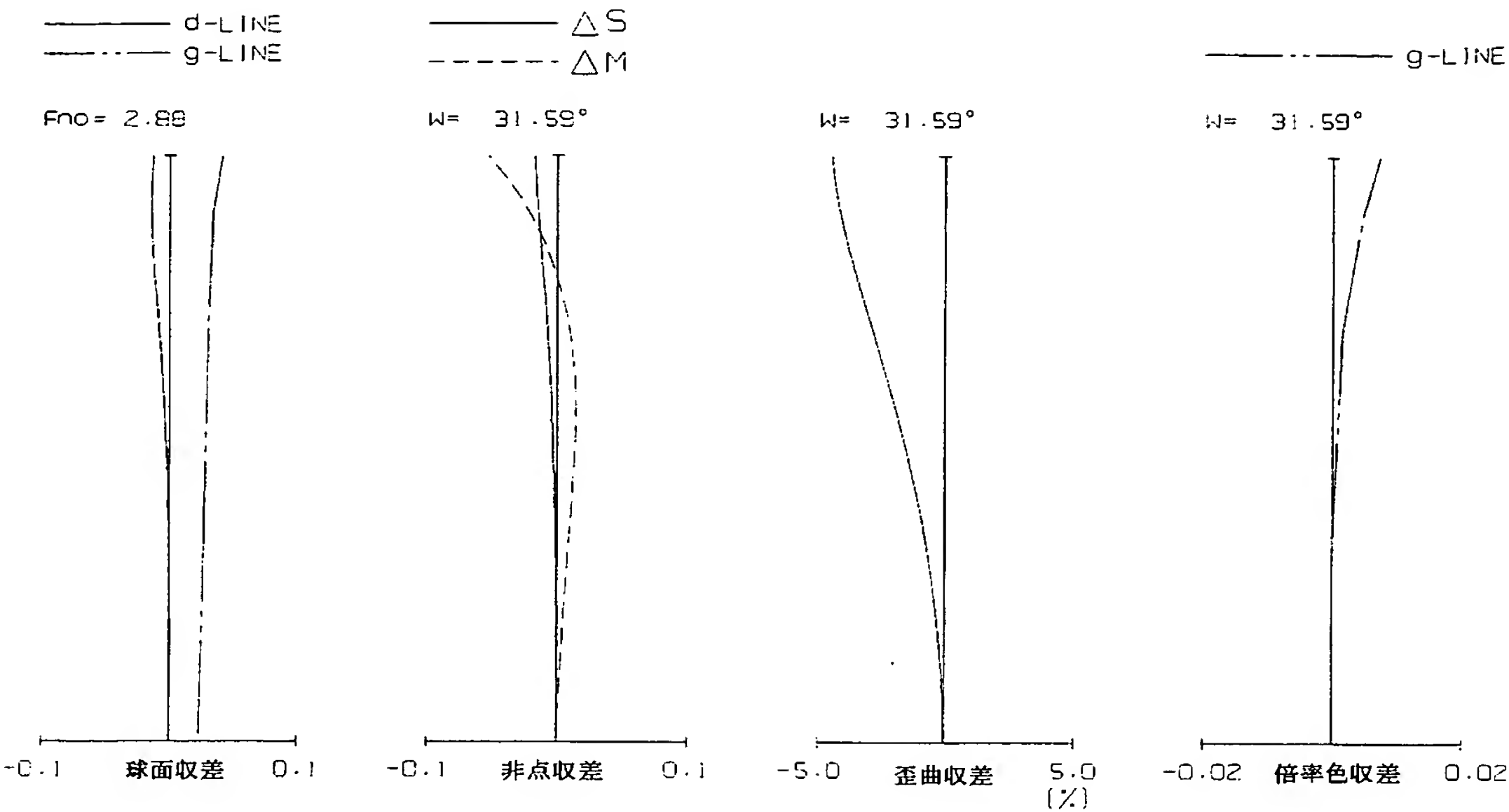
【書類名】 図面

【図 1】



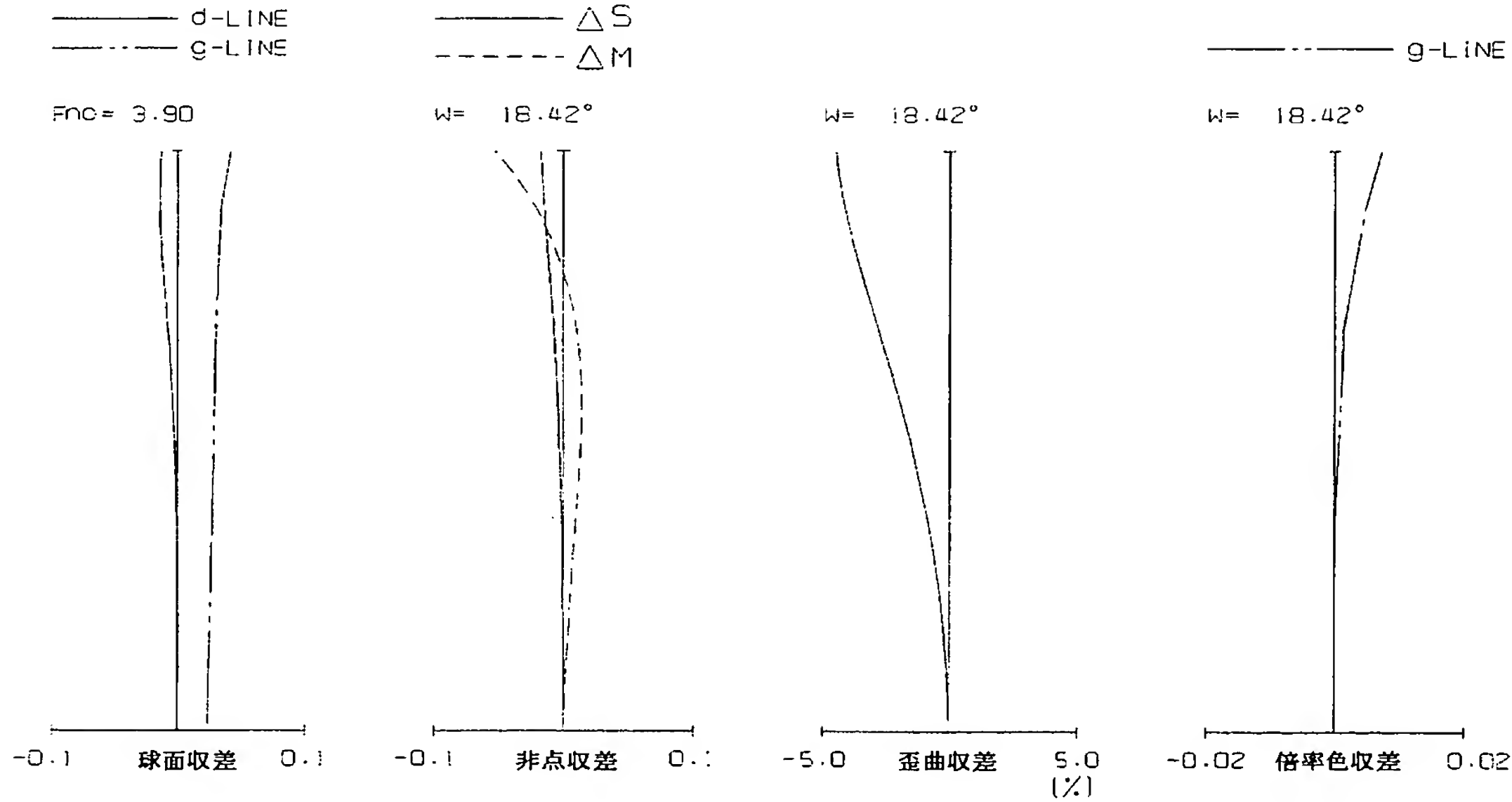
【図 2】

$f = 5.32$



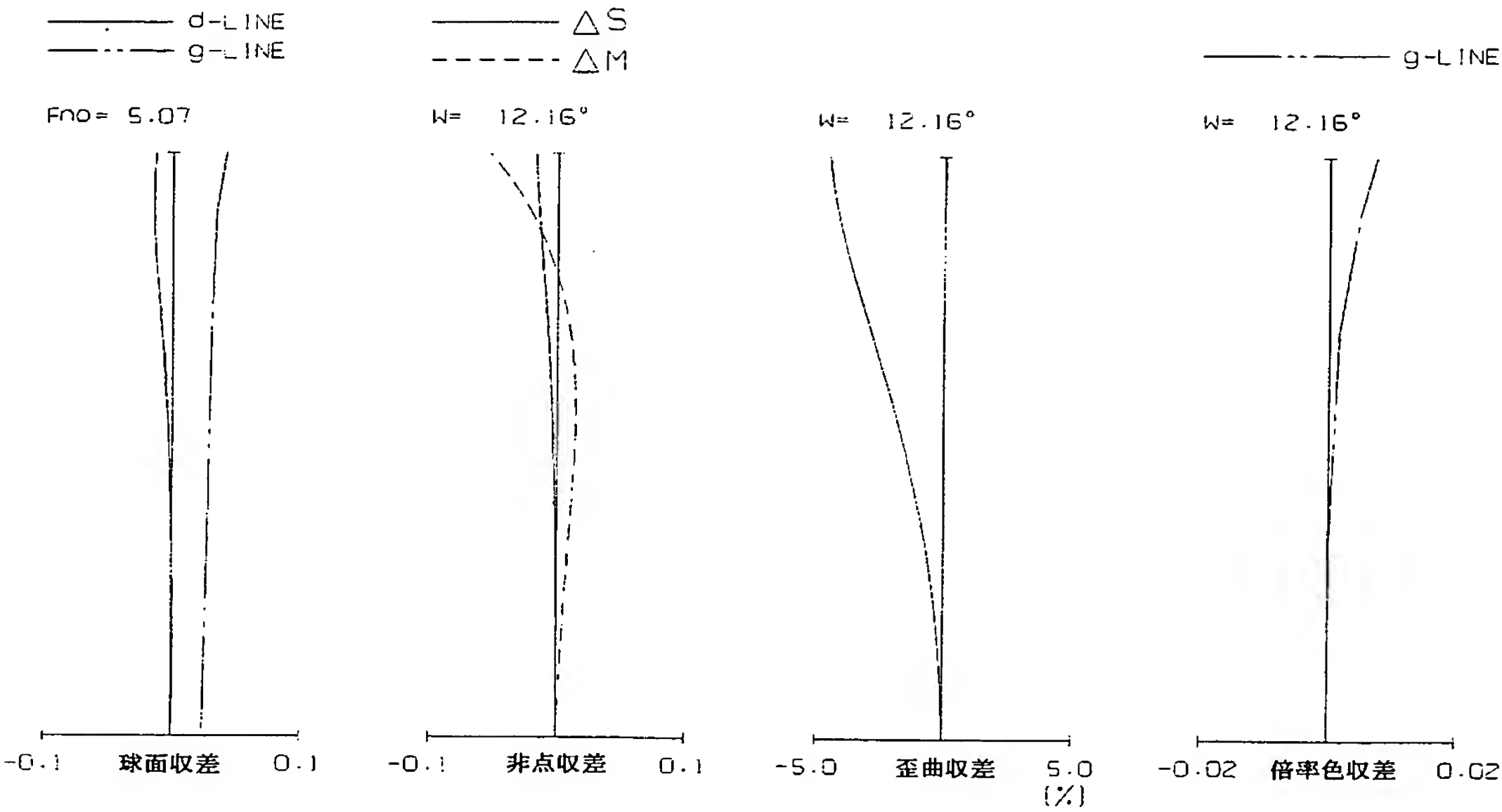
【図 3】

$f = 9.83$

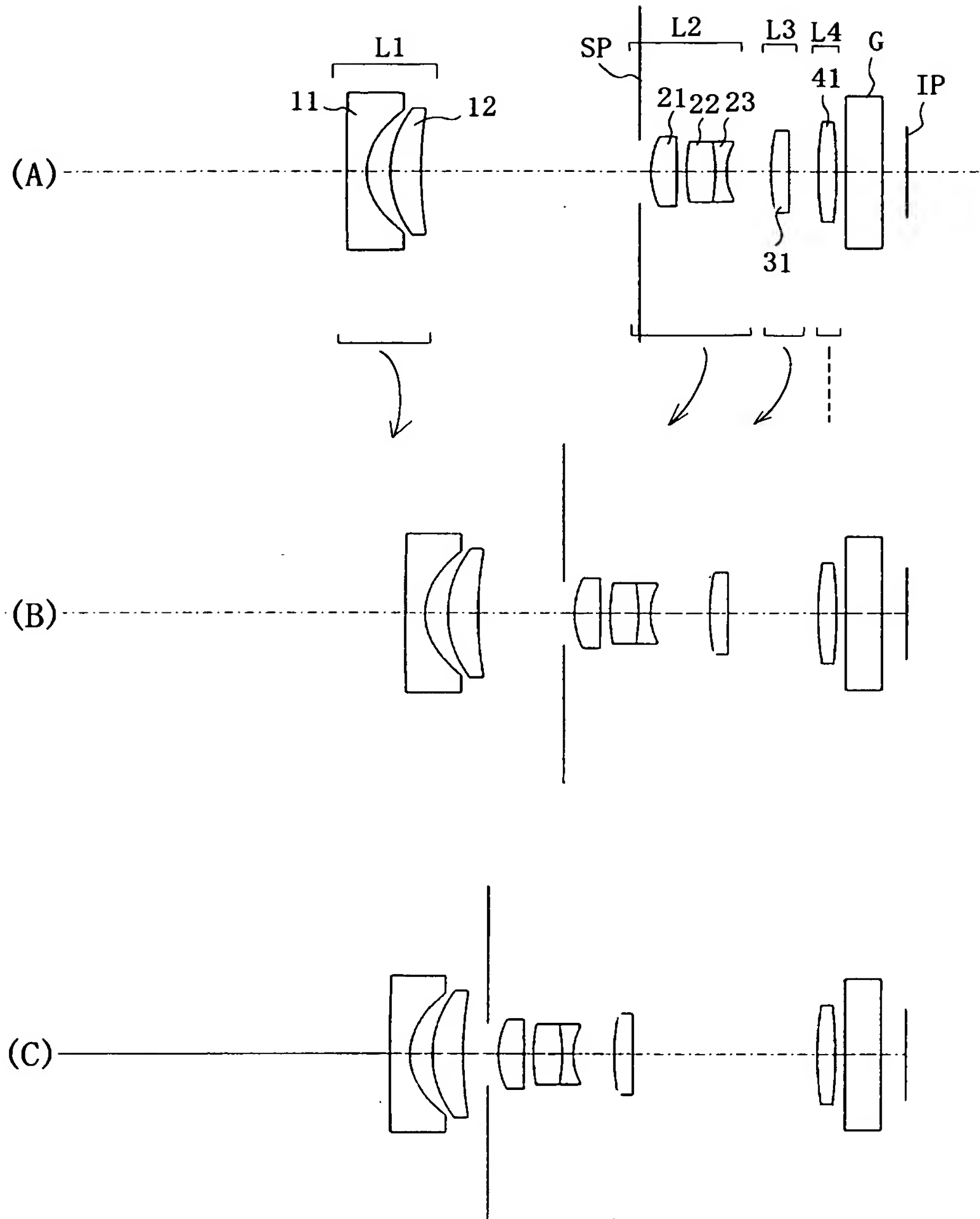


【図 4】

$f = 15.20$

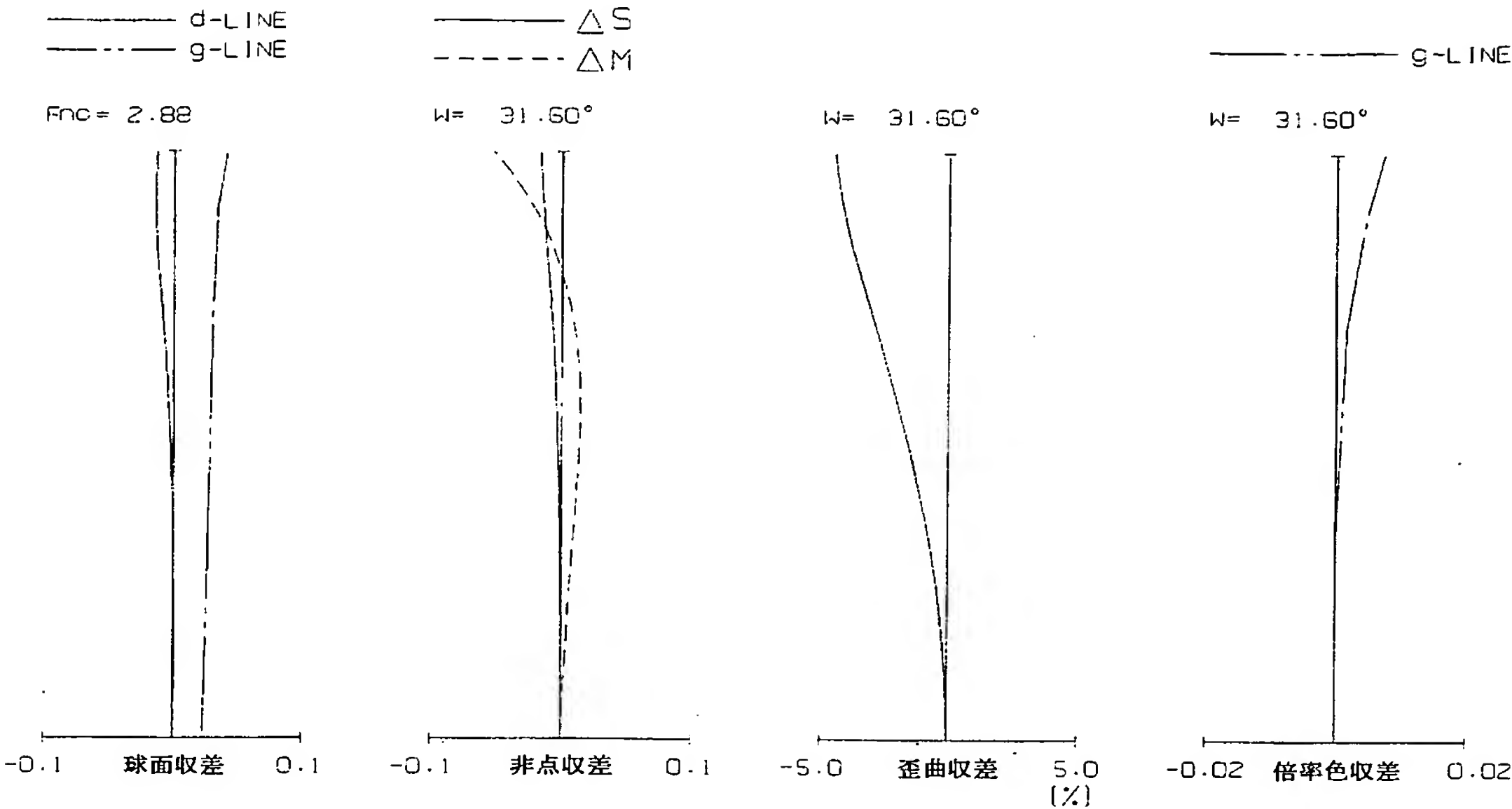


【図 5】



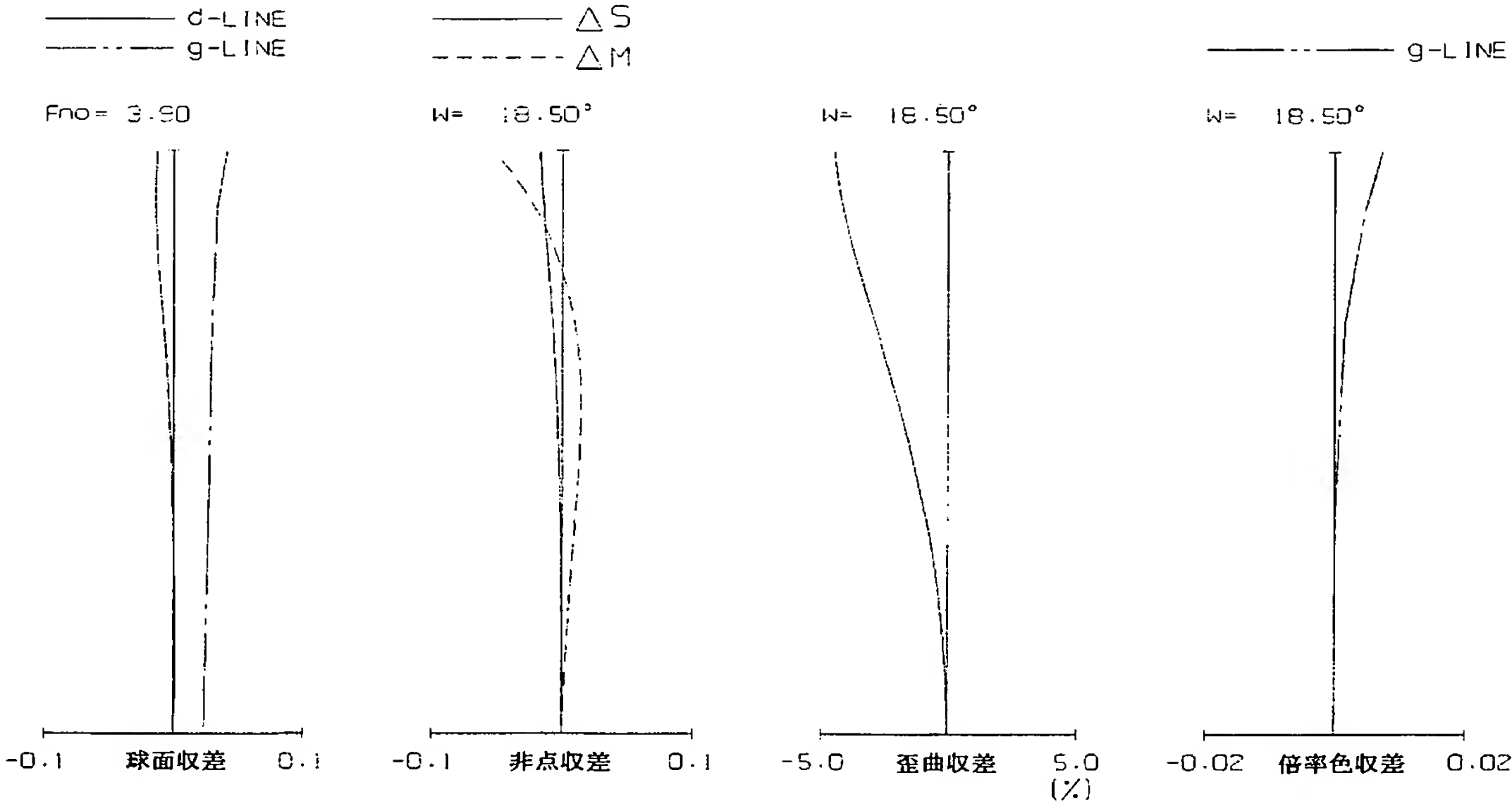
【図 6】

$f = 5.32$



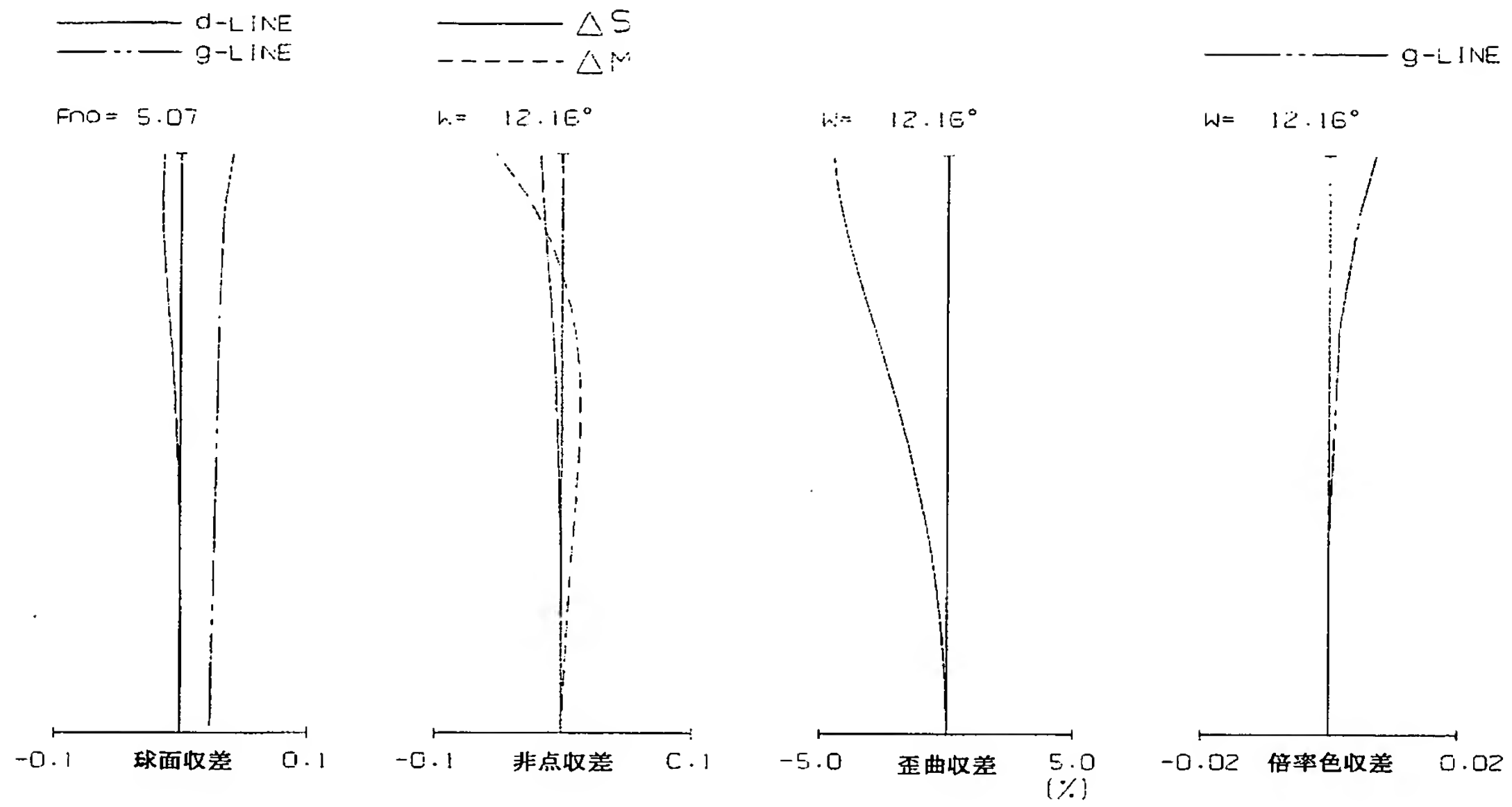
【図 7】

$f = 9.79$

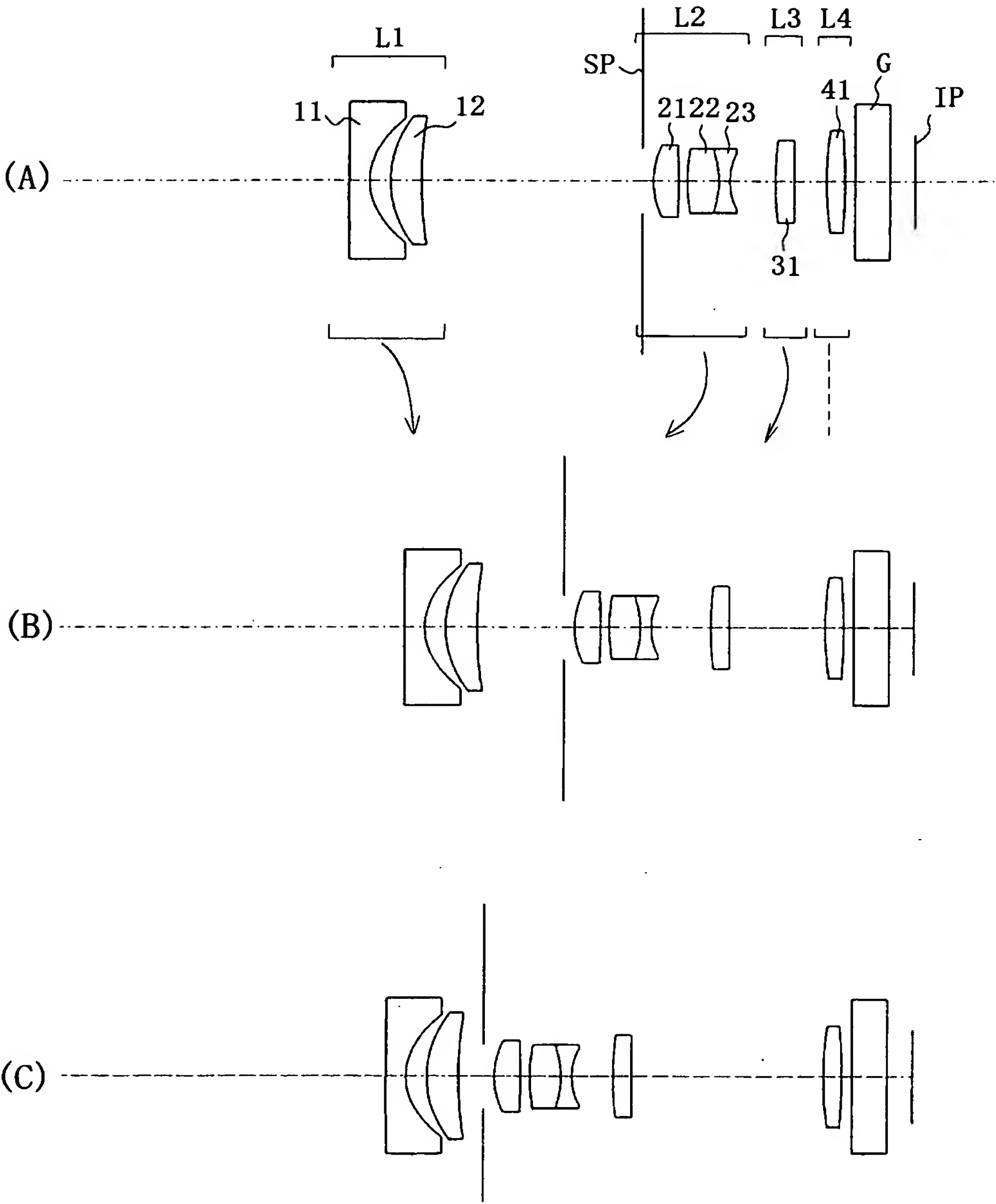


【図 8】

$f = 15.20$



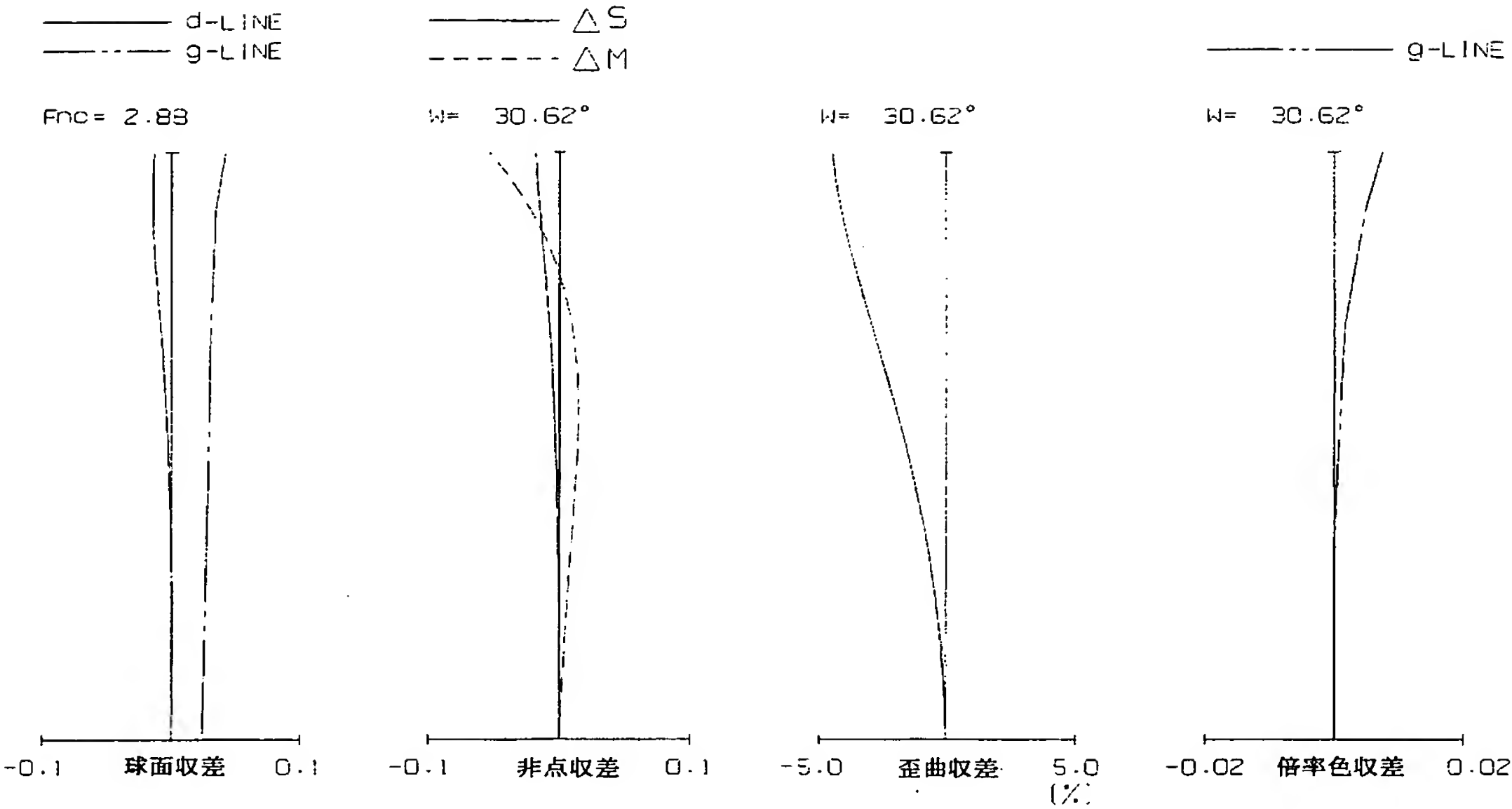
【図 9】





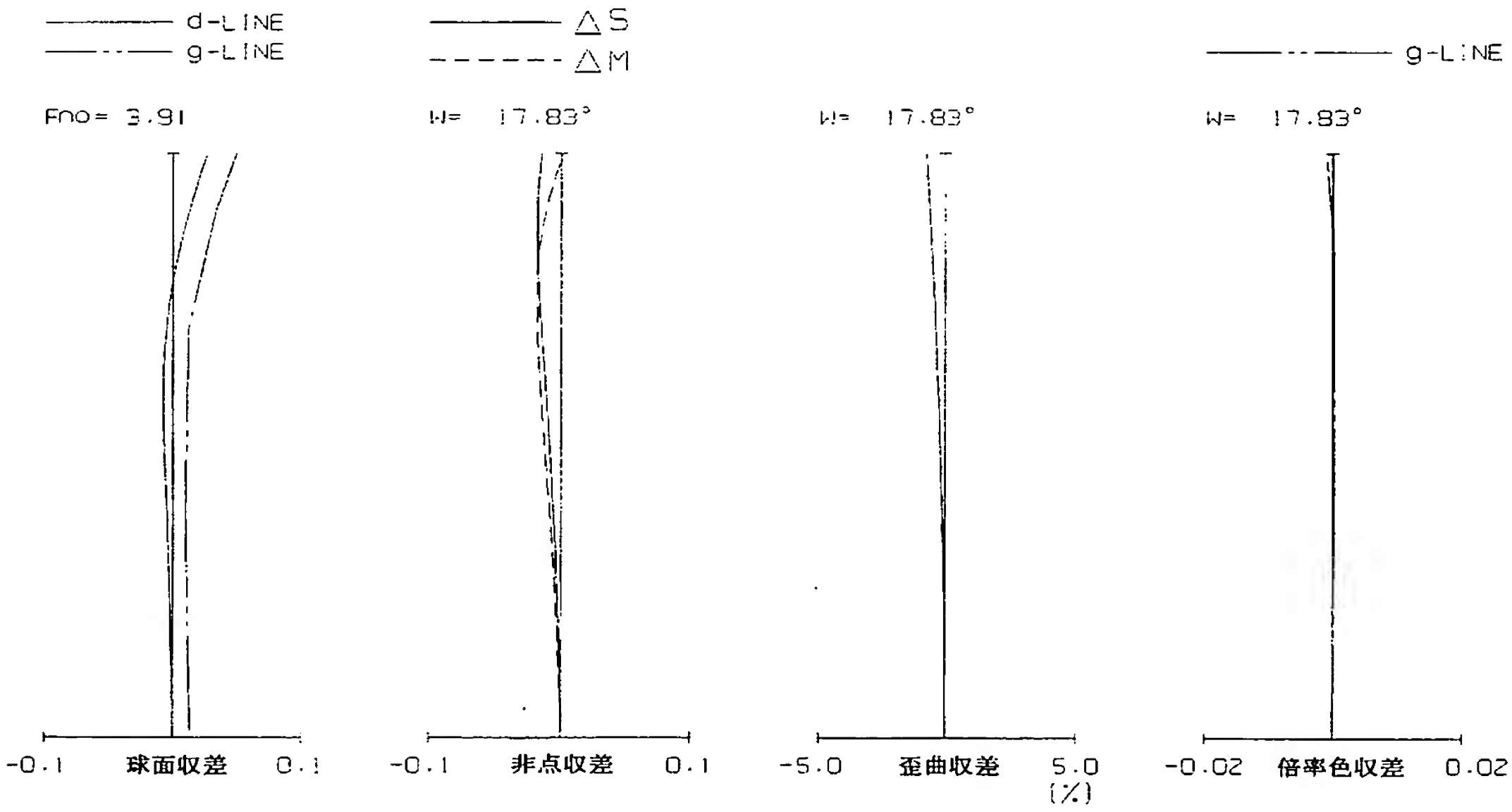
【図 1 0】

$f = 5.53$

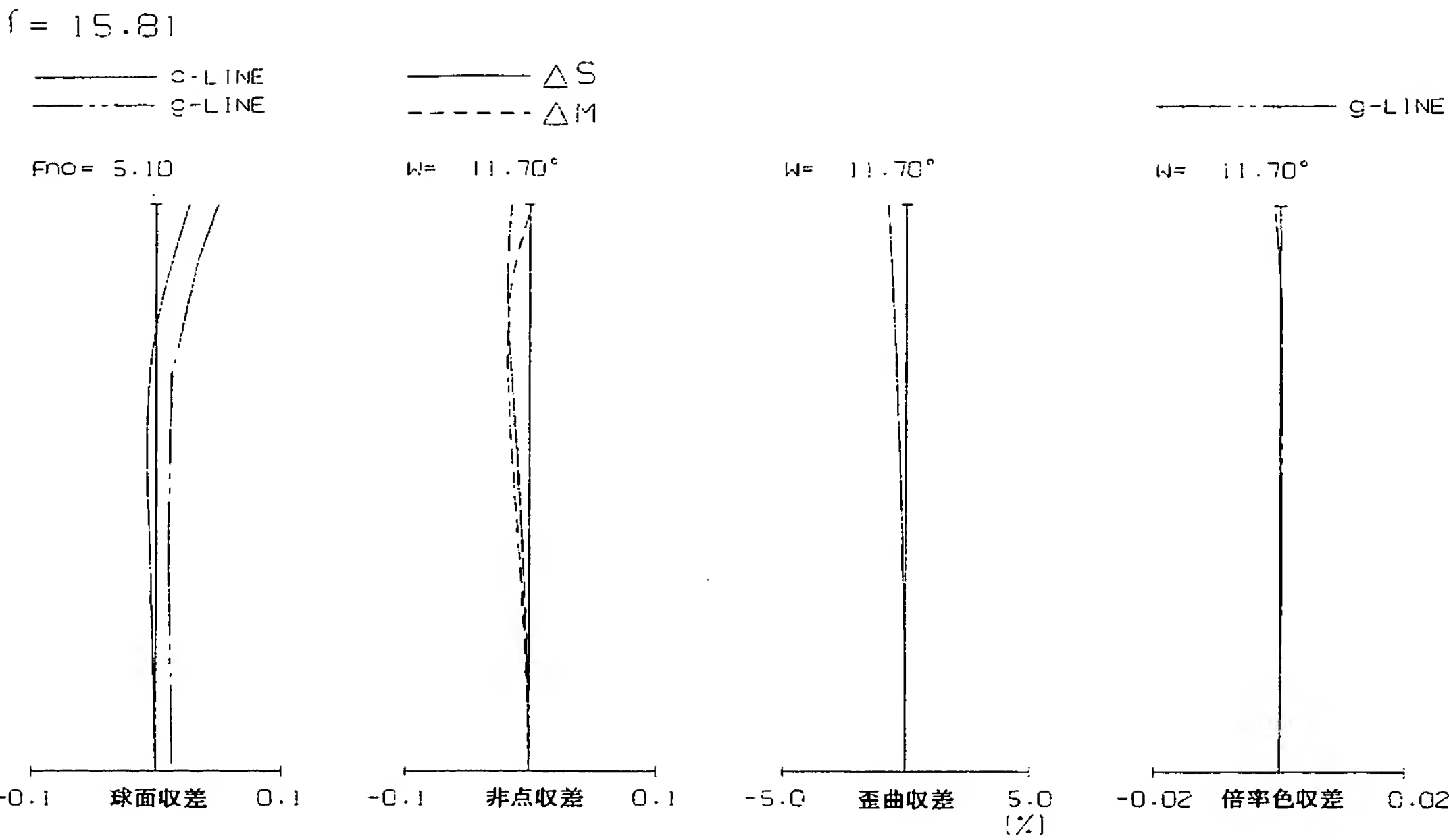


【図 1 1】

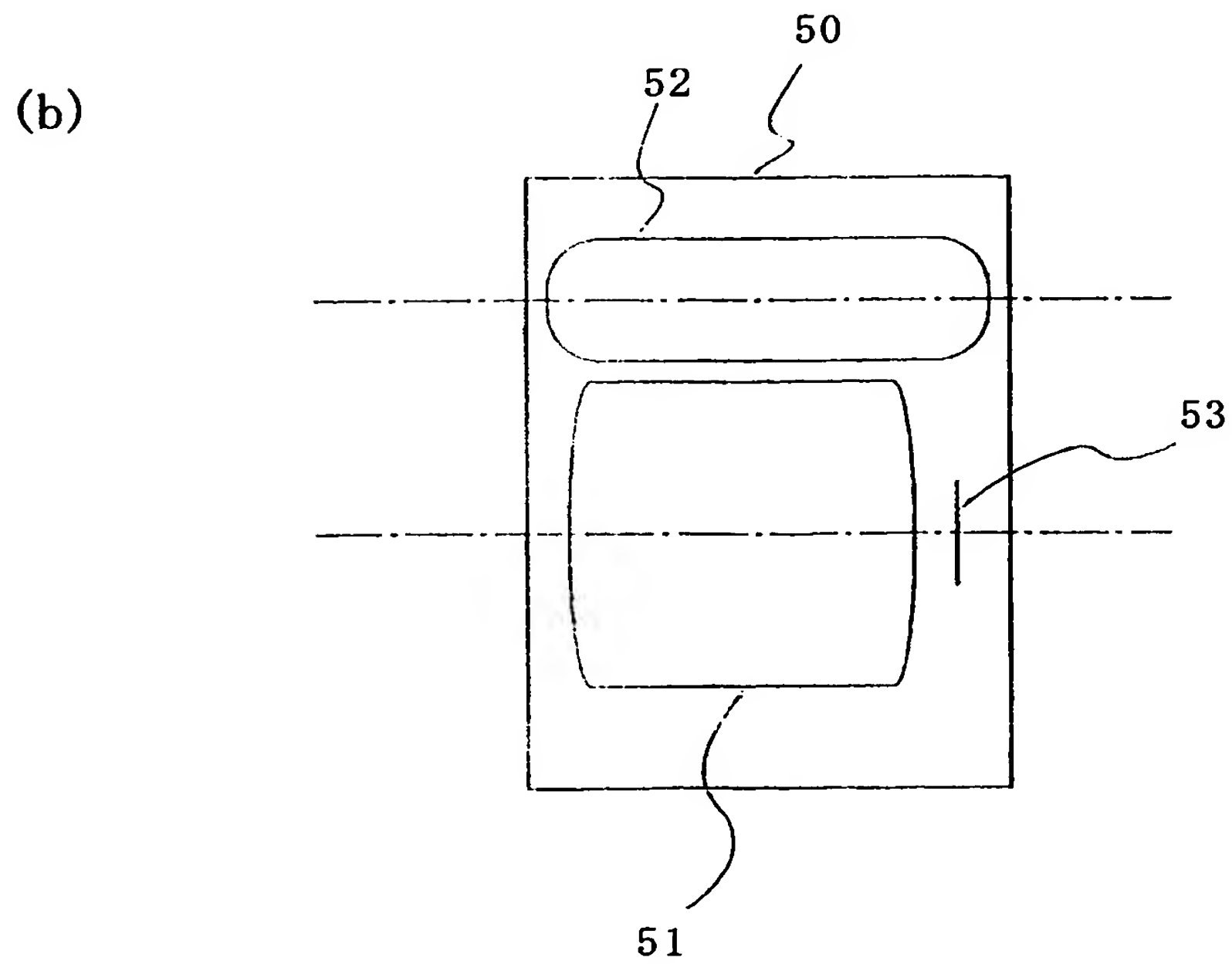
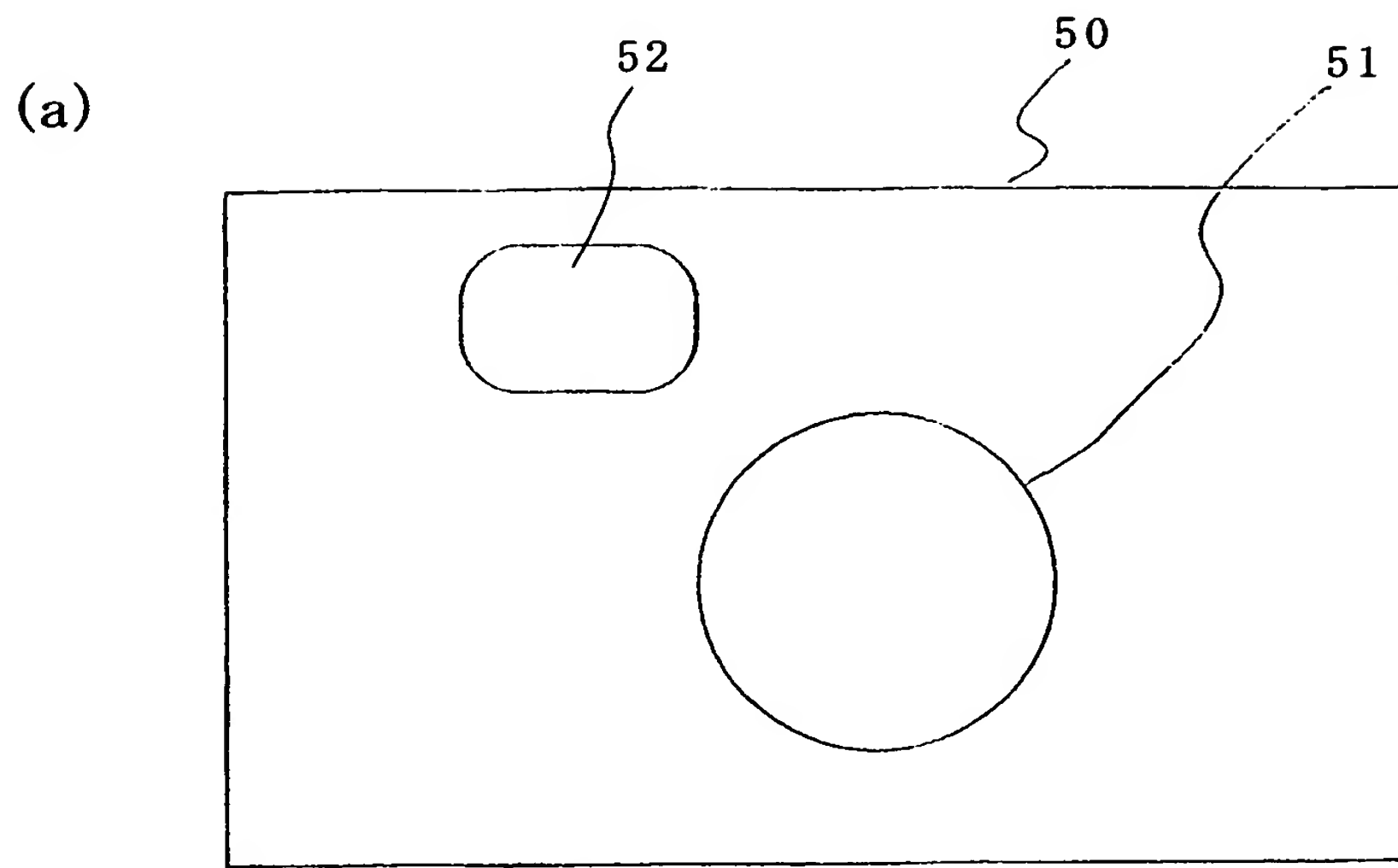
$f = 10.19$



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2 群より成るズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力を適切に設定することによりレンズ系の小型化を図りつつ高い光学性能を有し、しかも比較的簡易な構成のズームレンズ及びそれを有する光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、を有し、広角端に対し望遠端での第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔が小さく、第 2 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 の間隔が変化するようにレンズ群を移動させてズームを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズームに際して、第 2 レンズ群 L 2 は、物体側へ移動しており、第 2 レンズ群 L 1 は、物体側より順に、非球面を含む正レンズ 2 1、正レンズ 2 2 と非球面を含む負レンズ 2 3 とを接合した接合レンズより成ること。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 3 8 0 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キヤノン株式会社